

発話障害者のための自然対話支援システムの開発 (第 3 報)

梅舟 柄安[†] 大倉 典子[†]

[†] 芝浦工業大学

あらまし 発話に障害をもつ方は、人とコミュニケーションをする時に不自由を感じることが少なくない。コミュニケーションを支援するための機器は何点か開発されているが、これらの機器は、普通の自然な対話とは異なる不自然な部分が多い。そこで、本研究では、人と自然に対話することを支援するシステムのプロトタイプを開発した。

キーワード 発話障害者、対話、リアルタイム

Development of the Natural Dialog Support System for Disarthria

Kamia UMEFUNE[†] Michiko OHKURA[†]

[†] Shibaura Institute of Technology

Abstract Compared with natural conversation, present system to support communication for disarthria people have some unnaturalness such as timelag and their conspicuousness. Therefore, we have developed a new communication-support-system which has no timelag and inconspicuous.

Keyword Disarthria, Dialog-Support-System, Real-time

1. はじめに

発話に障害をもつ方は、人とコミュニケーションをする時に不自由を感じることが少なくない。コミュニケーションを支援するための機器は、すでにトーキングエイド((株)ナムコ社製)をはじめとして何点か開発されており^[1]、人と「対話をする」という機能を果たしている。しかしこれらの機器には、思ったことを言葉として発するまでにタイムラグが生じる、機器が見えてしまうなど、普通の自然な対話とは異なる不自然な部分が多い。そこで、発話に障害をもつ方が、言葉の不自由を感じることなく積極的に自分をアピールしたり、人と自然に対話したりすることを支援するシステムの開発に着手した^{[2][3]}。

本稿では入力デバイスの改良と入力方式の検討ならびにその評価について行ったので、その結果を報告する。

2. システムの概要

システムの概要を Fig.1 に示す。

10個の入力ボタン(Fig.1のa)を両手の各指に装着。ユーザは出したい音に対応する入力ボタンを押す。入出力制御ユニット(Fig.1のb)を介して、リアルタイムに小型スピーカ(Fig.1のc)から音声を出力。

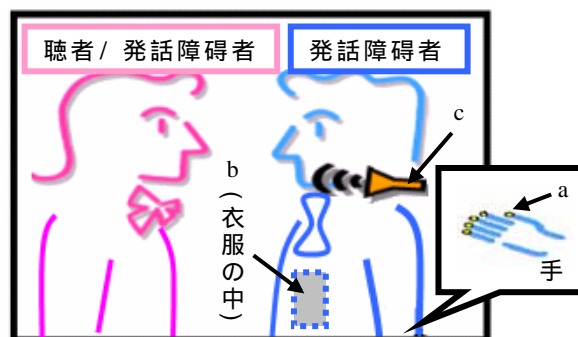


Fig.1 Outlook of Using the Proposed System.

3. システムの構築

構築したプロトタイプの構成を Fig.2 に示す。



Fig.2 Structure of the System.

3.1. 入力デバイスの製作と改良

3.1.1. 指輪型入力デバイス

入力デバイスを開発するにあたり、「Finger Ring」^[4]を参考に、Fig.3 に示す指輪型の入力デバイスを製作した。この入力デバイスを利用するにあたり、

- ・装着に時間がかかる
- ・やや入力しにくい
- ・目立つ

などの問題点があった。



Fig.3 Ring-type Input Device.

3.1.2. 手袋型入力デバイス

指輪型の入力デバイスを改良し、Fig.4 に示す手袋型の入力デバイスを製作した。装着が行いやすくなったが、手袋が外れやすく、ボタンを的確に押すことができないことが時々あるという問題点があった。

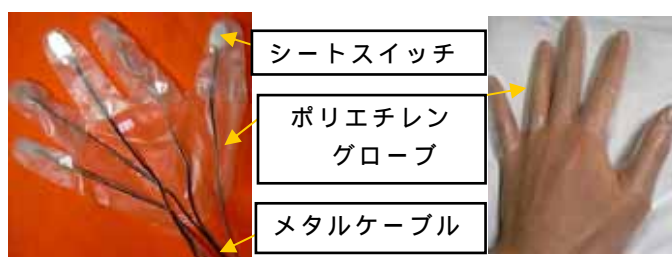


Fig.4 Glove-type Input Device (Left) and Outlook when Wearing (Right).

3.1.3. 粘着式手型入力デバイス

手袋型入力デバイスの上記問題点を改善するためにさらに改良し、Fig.5 に示す粘着式手型の入力デバイスを製作した。以上 3 種類の入力デバイスの比較を Table 1 に示す。

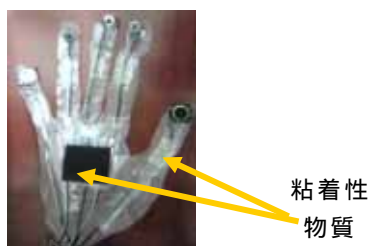


Fig.5 Sticky and Hand-type Input Device.

Table 1 Comparison of Input Devices.

	指輪型	手袋型	粘着式手型
装着しやすさ	×		
入力しやすさ		×	
目立ちにくさ	×		

3.2. 入出力制御ユニット

Windows PC を使い、入力デバイスとの接続にはキーボードの基板を流用した。

3.3. ソフトウェア

プログラムの作成には VB6.0 を採用した。10 個の入力ボタンに日本語 50 音を対応させ、対応する音声を出力するプログラムを作成した。入力したボタンを順に調べ、ボタンが入力された場合には入力ボタンに対応する数値を加算していき、その加算数値を音声再生モジュールにわたす。

4. 入力方式の検討

文献^[5]を参考に日本語 120 音と指 10 本の対応づけの検討を行い、Fig.6 と Fig.7 に示す 2 つの入力方式を考案した。左手の親指を L1、右手の親指を R1 とし、順に小指まで指番号の対応づけを行った。

4.1. 同時入力方式

同時入力方式の概要を Fig.6 に示す。左手には、子音・濁点・半濁点・拗音(ア行)の機能を割り当て、右手には母音と拗音(ヤ行)の機能を割り当てた。

例えば「は」を入力する場合は、指番号 R1 と L1 と L3 を同時に入力する。「ば」「ぱ」などの半濁点語や濁点語を入力する場合は、「は」の入力と同時に半濁点ボタン(L4)・濁点ボタン(L5)を入力する。同様に「ひゃ」「ふぁ」などの拗音を含む語などには、「は」の入力と同時に拗音(ヤ行)ボタン(R2)・拗音(ア行)ボタン(L4 と L5)を入力する。また小文字の「っ」はポーズ(間)をおいて表現する。

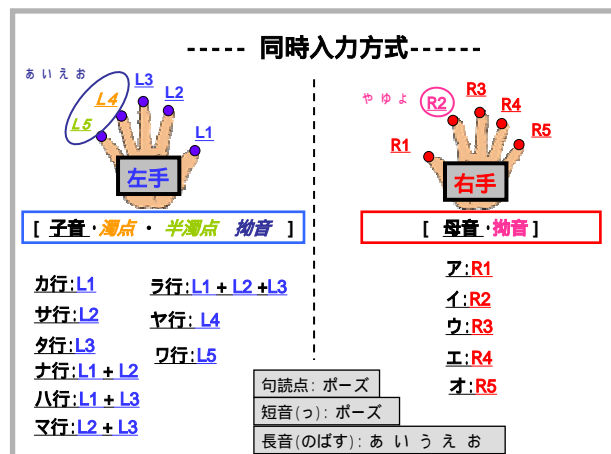


Fig.6 Outline of Simultaneous Input Method

4.2. 2度入力方式

2度入力方式の概要を Fig.7 に示す。左手には、子音・濁点・半濁点の機能を割り当て、右手には母音・拗音(ア行)・拗音(ヤ行)の機能を割り当てた。例えば「は」を入力する場合は、R1 と L5 を同時に入力する。「ば」「ぱ」などの半濁点語や濁点語を入力する場合は、R1 と L5 の2度押し・R1 と L5 の3度押しを行う。

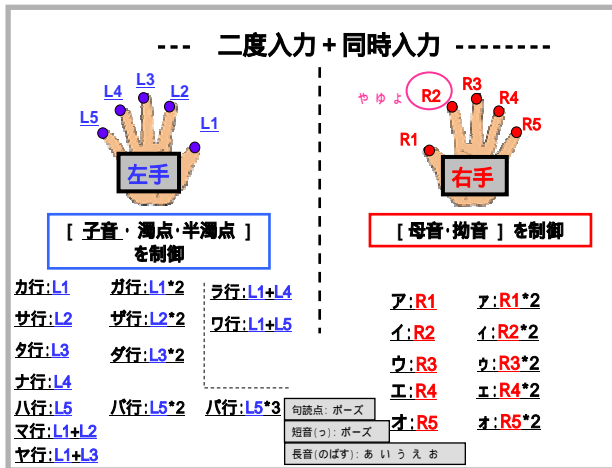


Fig.7 Outline of Twice Input Method

4.3. 同時入力方式と2度入力方式の主な相違点

同時入力方式と2度入力方式の入力方法で、主に異なる部分を Table 2 に示す。

Table 2 Comparison of Input Methods.

	同時入力方式	2度入力方式
50音語	カ～ラ行:L1～L3のどれか ヤ行:L4 ワ行:L5	カ～ハ行:L1～L5の内1つ マ～ワ行:L1とL2～L5の内1つ
濁点語	50音語の指番号とL5	50音語の左指番号の2度押しと該当する母音
半濁点語	50音語の指番号とL4	50音語の左指番号の3度押しと該当する母音
拗音語(ヤ行)	50音語の指番号とR2	50音語の指番号とR2
拗音語(ア行)	50音語の指番号とL4+L5	該当する母音の2度押し

ただし拗音語(ヤ行)については、ともに同じ入力方法。

5. 入力方式の比較評価実験

5.1. 実験方法

男子大学生 10 名(全て 20 代前半の健常者)を被験者として、Fig.2 のプロトタイプ(入力デバイスは Fig.5 の入力デバイスを使用)、作成した 2 度入力方式評価システムならびに同時入力方式評価システム(Fig.8)を使用し、両方式の比較評価実験を行った。以下に、入力方式評価システム(Fig.8)の仕様について示す。

入力評価開始ボタン(上から 50 音語用、50 音語以外

用、文用)。このボタンを押すと に文字がランダムに表示される。被験者は入力ボタンを使って表示された語を入力する。表示された文字は正しく入力されるまで、次の文字が表示されない。

被験者が入力した語を表示。

入力結果履歴。被験者が入力した語を順に表示する。入力が正しい場合は、” ”と入力にかかった時間を表示。

入力中のボタンを点灯表示。(ただし、2 度入力方式評価システムの方では、入力中に押したボタンの回数を数字で表示。)

評価方法として、各語・各文の入力時間と入力ミス率(誤入力した語の総数を入力した語の総数で割ったもの)による客観的評価と、アンケートによる主観的評価を行った。被験者 10 名の内 5 名には 2 度入力方式同時入力方式の順に、残りの被験者 5 名には同時入力方式 2 度入力方式の順に評価実験を行った。

評価実験の手順は以下の通りである。

- (1) 50 音語の入力方法の説明後、入力練習(3 分間)
- (2) 50 音語の入力評価実験を 3 回(1 回 10 語)
- (3) 50 音語以外の入力方法の説明後、入力練習(3 分間)
- (4) 50 音語以外の入力評価実験を 3 回(1 回 15 語)
- (5) 文の入力評価実験を 2 回(1 回 12 文)

なお、50 音語は、各母音の出現回数が等確率になるように、各行から任意に 3 語を抽出し、各回に行の語がそれぞれ 1 回ずつ出るように割り当てた。50 音語以外の濁点語、半濁点語についても同様に行った。50 音語以外の拗音語については、各行から任意に 2 語を抽出し、各回に割り当てた。また、文の入力評価実験では、50 音語の文(例えば「おはよう」など)から始まり、徐々に 50 音語以外の語を多く含む文(例えば「だいじょうぶですか」など)になるようにした。

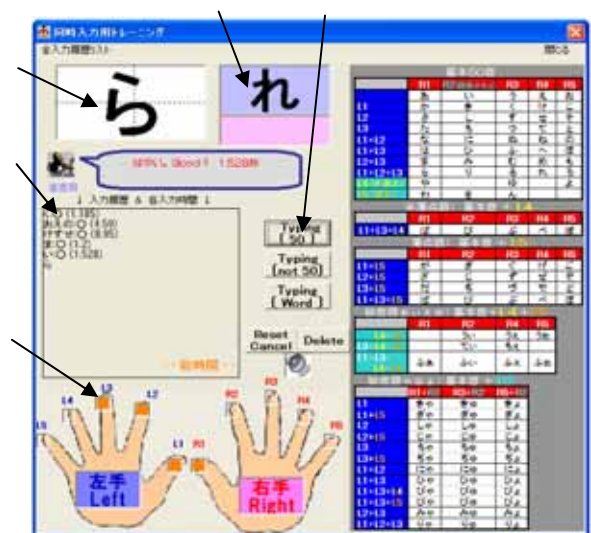


Fig.8 Outlook of Input Method Evaluation System (About Simultaneous Input Method)

5.2. 実験結果

5.2.1. 入力時間

実験で測定した 50 音の入力時間, 50 音以外の入力時間, 文の入力時間をそれぞれ Fig.9, Fig.10, Fig.11 に示す. これらのグラフから, 50 音の入力時間では特に大きな差は見られなかったものの, 50 音以外の入力時間と文の入力時間では,

- ・ 2 度入力方式の方が同時入力方式と比べて速い.
- ・ 回数を重ねるごとに入力時間が短くなっている.

ことがわかる. また, 50 音以外の 3 回目と文の 1 回目・2 回目については, 入力方式の差が統計的に有意であった. 2 度入力方式はボタンの 2 度押しで文の入力を行い, 同時入力方式は複数のボタンを 1 度で文の入力を行うため, 同時入力方式の方が 2 度入力方式より入力時間が短くなると予想していたが, この実験結果は予想とは異なっていた. このような結果が得られたのは, 2 度入力方式の方が同時入力方式と比較して覚えやすい入力方式であるためと推測される.

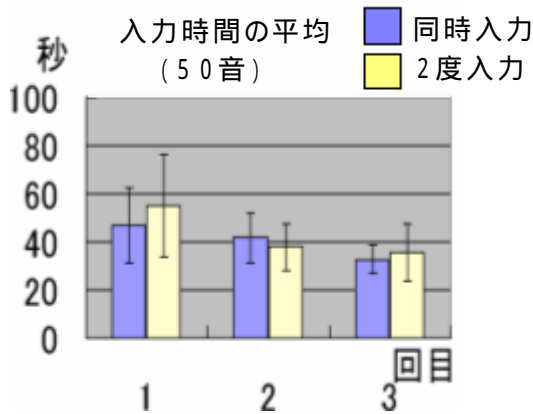


Fig.9 Input Time (50-character kana syllabary)

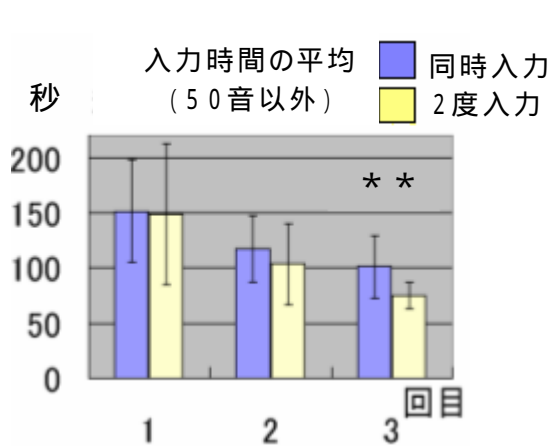


Fig.10 Input Time
(Without 50-character kana syllabary)

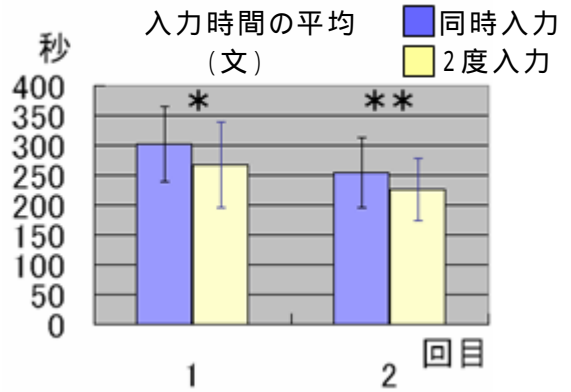


Fig.11 Input Time (Sentences)

5.2.2. 入力ミス率

50 音の入力ミス率, 50 音以外の入力ミス率, 文の入力ミス率をそれぞれ Fig.12, Fig.13, Fig.14 に示す. これらのグラフから,

- ・ 2 度入力方式の方が同時入力方式と比べ, ミス率が低い.
- ・ 2 度入力方式は, 回数を重ねるごとにミス率が減っている.

ことがわかる. 入力ミス率についても, 50 音・50 音以外・文の全てにおいて, 入力方式の差が統計的に有意であった. このことから, 2 度入力方式の方が同時入力方式と比較して, 入力しやすい入力方式であると考えられる.

以上より, 2 度入力方式の方が同時入力方式よりも入力時間が短く入力ミスが少ないという結果が得られた. このことから, 2 度入力方式は, 同時入力方式と比較して, 覚えやすく入力しやすい入力方式であると言える.

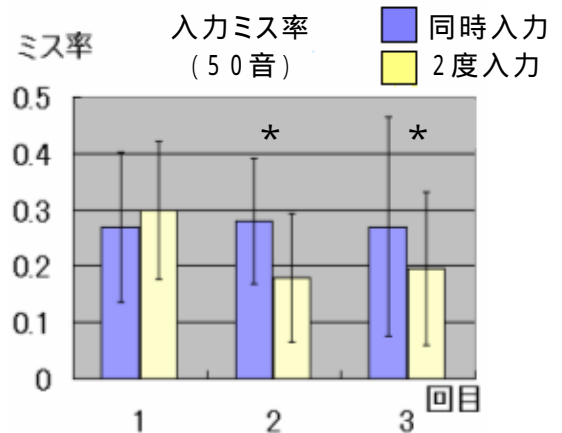


Fig.12 Input Error
(50-character kana syllabary)

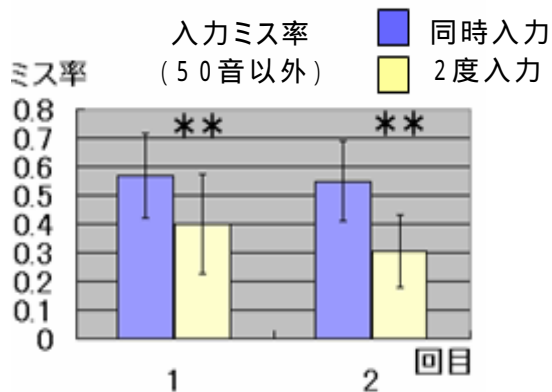


Fig.13 Input Error
(Without 50-character kana syllabary)

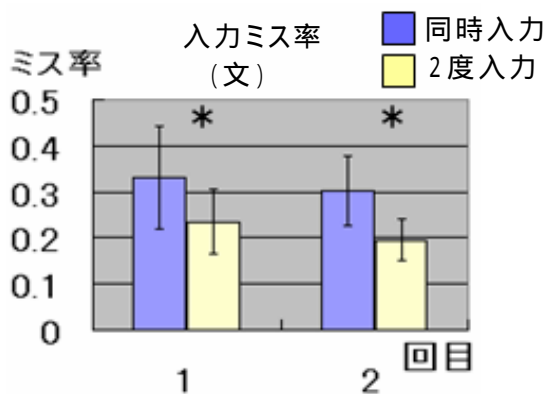


Fig.14 Input Error (Sentences)

5.2.3. アンケート結果

被験者に2度入力方式と同時入力方式のどちらが良かったかを回答してもらったところ、2度入力方式の方が良かったと回答した被験者が7人、同時入力方式の方が良かったと回答した被験者が3人だった。2度入力方式を選択した理由として、

- ・ 全体的に2度入力方式の方が覚えやすかった。
- ・ 拗音と濁点・半濁点の組み合わせが、2度入力方式の方が覚えやすかった。
- ・ 同時入力方式は同時に押すボタンの数が多いため、最後まで覚えられない部分があった。
- ・ 同時入力方式は同時に押すボタンの数が多く、誤入力につながりやすかった。

などの回答が比較的多かった。

また、同時入力方式を選択した理由として、

- ・ 同時入力方式の方が、一度で言葉を入力できるため、2度入力方式と比べて速く入力できるところが良かった。
- ・ 2度入力方式は入力のタイミングが難しく、うまく言葉を入力することができなかった。

などの回答を得た。

6. 高齢者を対象とした2度入力方式評価実験

6.1. 実験方法

高齢者(65歳以上)9名を被験者として、Fig.2のプロトタイプ(入力デバイスはFig.5の入力デバイスを使用)、前述の2度入力方式評価システムを使用し、2度入力方式の評価実験を行った。なお、被験者9名のうち3名(60代後半)はパソコンのキーボード入力に慣れている方を、残りの6名(70代後半)はパソコンを利用したことのない方で各指が正常に動く方を被験者として採用した。

評価実験の手順は以下の通りである。

- (1) 50音語の入力方法の説明後、入力練習(10分間)
- (2) 50音語の入力評価実験を3回(1回10語)
- (3) 50音語以外の入力方法の説明後、入力練習(10分間)
- (4) 50音語以外の入力評価実験を3回(1回15語)
- (5) 文の入力評価実験を2回(1回12文)

2度入力方式の評価実験では20代の被験者の場合、(1)、(3)の入力練習を3分程度としたが、高齢者の場合においては、入力練習を10分程度と少し長めに練習時間を設けた。しかし、実際に実験を行ったところ、どの被験者も10分程度では短かったことがわかり、パソコン経験者では20分~30分ほど、パソコン未経験者では30分~40分ほど練習時間を必要としていたことがわかった。高齢者の方が20代の被験者と比べて練習時間が極端に長くなる理由として、

- ・ 1語あたりの入力を確認する時間が長い。
 - ・ 入力方法を理解している語も含めて全ての語を1つずつ順番に練習する傾向がある。
- の2点が主に目立った。

また、パソコン未経験者の中には、ローマ字の教育を受けていないために

- ・ 各語に対応する母音(例えば「ふ」の母音は「う」)が全くわからない。
- ・ 語に対応する行(例えば「ふ」は「は」行)がわからない。

という被験者もあり、(1)を行う前に日本語についての説明をする必要があった。また、6人中5人は、

- ・ 2度入力のテンポが速いため入力が追いつかず、ほとんど入力することができない。

などの理由があったため、(4)以降の評価実験を行うことができなかった。

6.2. 実験結果

6.2.1. 入力時間

実験で測定した50音の入力時間、50音以外の入力時間、文の入力時間をそれぞれFig.15、Fig.16、Fig.17に示す。これらのグラフから、50音の入力時間・50音以外の入力時間・文の入力時間の全てにおいて、

- ・パソコン経験者の方がパソコン未経験者と比べ、入力時間が短い。
- ・50音、50音以外、文と入力内容が難しくなるに従って、高齢者の経験者と未経験者の差が大きくなっている。
- ・パソコン経験者、パソコン未経験者両方とも回数を重ねるごとに入力時間が短くなっている

ことがわかる。なお、50音の入力時間の差については、統計的に有意であった。

また、Fig.11とFig.17の比較より、2度入力方式の文の入力時間において、高齢者(パソコン経験者)は、20代の被験者と比べて、2~3倍の入力時間がかかっていることがわかる。

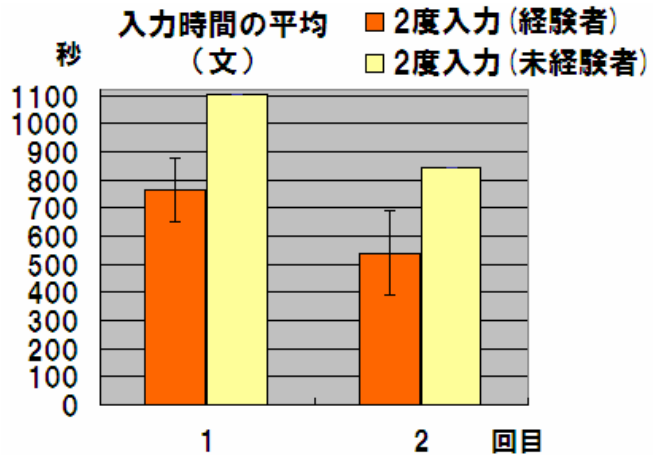


Fig.17 Input Time (Sentences)

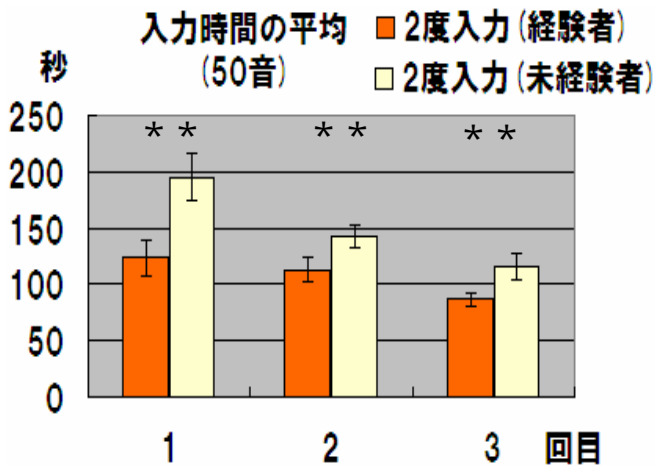


Fig.15 Input Time (50-character kana syllabary)

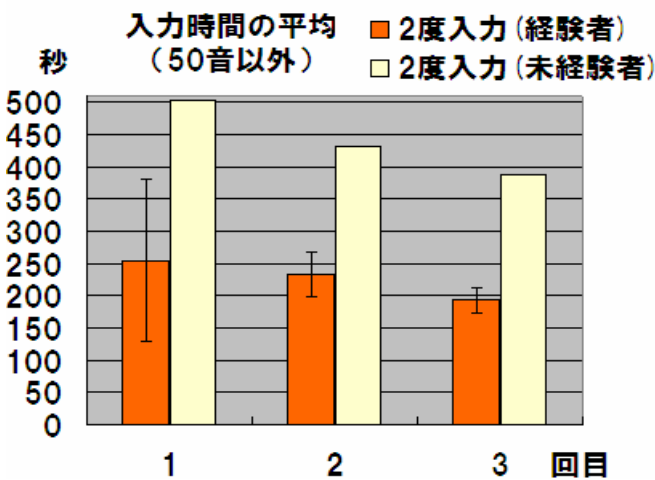


Fig.16 Input Time (Without 50-character kana syllabary)

6.2.2. 入力ミス率

50音の入力ミス率、50音以外の入力ミス率、文の入力ミス率をそれぞれ Fig.18, Fig.19, Fig.20 に示す。これらのグラフから、

- ・入力ミス率は、パソコン経験者とパソコン未経験者では、大きな差が見られない。
- ・文の入力ミス率については、回数を重ねるごとにミス率が若干低くなっている。

ことがわかる。

また、Fig.14とFig.20の比較より、2度入力方式の文の入力ミス率において、高齢者(パソコン経験者)は、20代の被験者と比べて、ミス率が高いことがわかる。また、高齢者(パソコン経験者)と高齢者(パソコン未経験者)で比較した場合、入力ミス率については入力時間の場合と異なり、パソコン経験者の方がパソコン未経験者よりミス率が高いことがわかる。

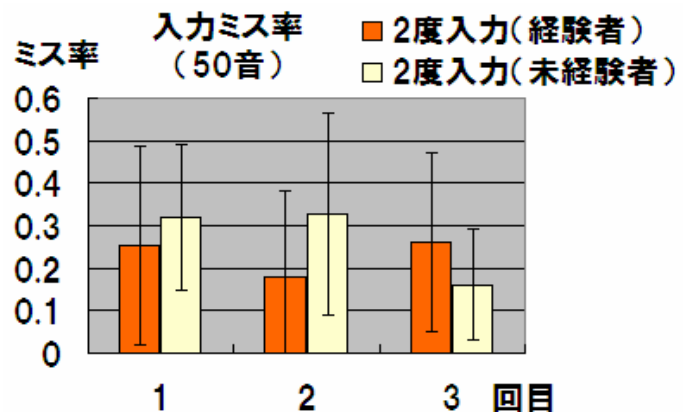


Fig.18 Input Error (50-character kana syllabary)

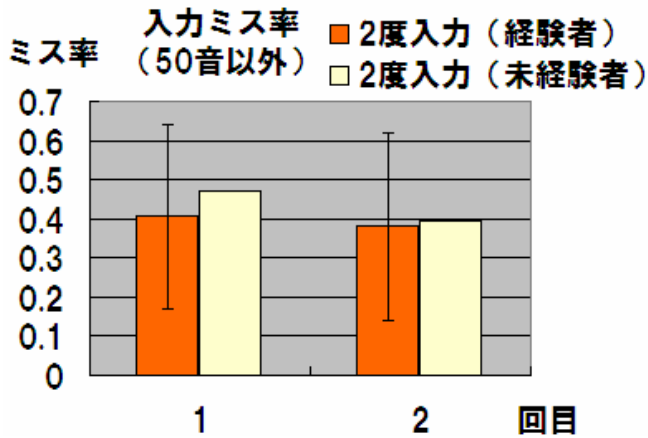


Fig.19 Input Error
(Without 50-character kana syllabary)

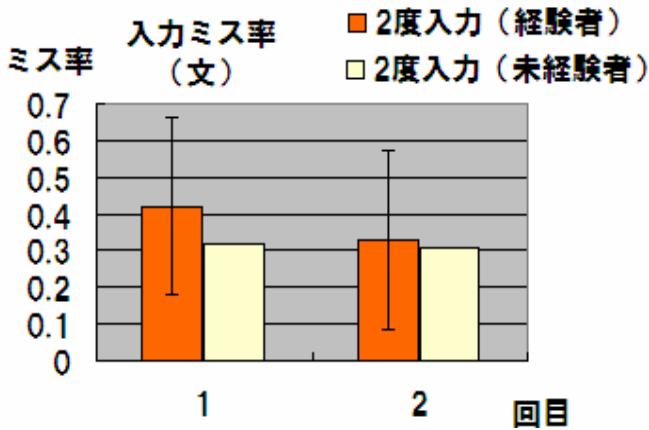


Fig.20 Input Error
(Sentences)

6.2.3. アンケート結果

評価実験後、今後入力方式を改良していく上で改善して欲しい点や、特に問題はなかった点などについて自由に回答してもらった。

パソコン経験者では、

- ・慣れれば速く入力できそう。
- ・2度入力のテンポをもう少しゆっくりにして欲しいが、慣れれば今のテンポでも大丈夫。
- ・3度入力はない方が良い。

などの回答を得た。

また、パソコン未経験者では、

- ・2度入力のテンポがもう少しゆっくりであれば、2度入力は特に問題なく使える。
- ・3度入力はない方が良い。
- ・始めて日本語の仕組みを知ったが、ルールはすぐに理解でき、わかりやすかった。
- ・各語に対応する母音や行が、すぐに頭にでてこない点その点を工夫してほしい。
- ・必要に迫られてこの入力方式を利用する場合、特に

苦痛などは感じない。

- ・入力に慣れれば面白そう。
- などの回答を得た。

7. まとめ

本研究では、発話に障害を持つ方のための自然な対話を支援することを目的としたシステムの開発を行った。今回は、使いやすい入力デバイスの検討と改良を行い、また入力方式の比較評価実験ならびに高齢者を対象とした2度入力方式の評価実験を行った。

入力デバイスの改良では、より装着がしやすく入力のしやすい入力デバイスの改良を行った。また、入力方式の比較評価実験では、2度入力方式の方が同時入力方式と比較して、入力時間が短い、誤入力が少ない、入力方法が覚えやすいという結果が得られた。高齢者を対象とした2度入力方式の評価実験では、2度入力のテンポをもう少し遅くして欲しい、3度入力はない方が良いなどの回答が特に目立った。

今後は、評価実験から得られたログデータを解析し、高齢者から得られた回答を参考にして、入力方式をさらに改良していき、最終的には、高齢者にも好評の得られる使いやすい入力方式の確立を目指したい。

謝辞

社会福祉法人 さくら会 ケアホーム西五反田・さくらハイツ西五反田 施設長 今澤和子様 および被験者としてご協力いただいた同施設の入居者の皆様に深く感謝いたします。また、同じく被験者としてご協力いただいた芝浦工業大学教員および大学院生、学生の皆様にも謝意を表します。

参考文献

- [1] こころ Web, "様々なコミュニケーションエイド"
<http://www.kokoroweb.org/chap16/kkr16d01.html>.
- [2] 梅舟 柄安, 大倉典子, 発話障害者のための自然対話支援システムの開発, 第4回情報科学技術フォーラム講演予稿集, 6H-7 (2005)
- [3] 梅舟 柄安, 大倉典子, 発話障害者のための自然対話支援システムの開発, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2005, 3141, pp.711-714 (2005)
- [4] 福本 雅朗, 平岩 明, 曾根 原登, ウェアラブルコンピュータ用キーボード FingerRing, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J79-A, No.2, pp.460-470 (1996)
- [5] 田中 久美子, 伊藤 和幸, 重度身障者のための1ボタン自然言語入力システムに向けて, 信学技法, NLC2004-8, WIT2004-35 (2004)